·论著·

高三酰甘油血症 - 腰围表型与 2 型糖尿病发病风险的前瞻性队列研究

朱玲，赵否曦，汪姜涛，杜瑀，吴延莉，张骥，刘涛*

550001 贵州省贵阳市，贵州省疾病预防控制中心慢性病防治研究所慢病防治科
*通信作者：刘涛，主任医师；E-mail：Liutaombs@163.com

【摘要】 **背景** 高三酰甘油血症 - 腰围表型是 2 型糖尿病（T2DM）的风险因素，不同性别、不同地区、不同年龄段和超重 / 肥胖人群中 T2DM 发病风险可能不同。**目的** 探讨不同性别、不同地区、不同年龄段和超重 / 肥胖人群高三酰甘油血症 - 腰围表型对 T2DM 的发病风险，为糖尿病防控提供科学依据。**方法** 本研究为前瞻性队列研究，2010 年采取分层整群随机抽样方法，对贵州省 12 个县（市、区）18 岁及以上常住居民共 9 280 名作为队列人群进行基线调查。于 2016—2020 年进行随访，共随访到 8 163 人，剔除基线时糖尿病患者、相关指标信息缺失者、失访和死亡的对象，最终纳入 6 743 调查对象。根据基线腰围（WC）和血清三酰甘油（TG）水平将调查对象分为 4 组，正常腰围和正常血清三酰甘油（NWNT）组：男性腰围 <90 cm 或女性腰围 <85 cm、血清三酰甘油 <1.7 mmol/L；正常腰围和高血清三酰甘油（NWHT）组：男性腰围 <90 cm 或女性腰围 <85 cm、血清三酰甘油≥ 1.7 mmol/L；腰围增大和正常血清三酰甘油（EWNT）组：男性腰围≥ 90 cm 或女性腰围≥ 85 cm、血清三酰甘油 <1.7 mmol/L；腰围增大和高血清三酰甘油（EWHT）组：男性腰围≥ 90 cm 或女性腰围≥ 85 cm、血清三酰甘油≥ 1.7 mmol/L。采用 Cox 比例风险回归模型分析高三酰甘油血症 - 腰围表型分组与新发 T2DM 之间的关系。**结果** 中位随访时间 6.58 年，6 743 人群中新发 T2DM 706 人，发病率为 10.47%。在调整了相关的混杂因素后，Cox 比例风险回归分析显示，EWHT 组 T2DM 发病风险是 NWNT 组的 1.486 倍（HR=1.486，95%CI=1.185~1.865，P=0.001）。亚组多因素 Cox 比例风险回归分析显示，在男性、农村、年龄 <45 岁、超重 / 肥胖人群中，EWHT 组 T2DM 发病风险分别是 NWNT 组的 1.792 倍（HR=1.792，95%CI=1.297~2.476，P<0.001）、1.483 倍（HR=1.483，95%CI=1.115~1.971，P=0.007）、1.540 倍（HR=1.540，95%CI=1.083~2.190，P=0.016）、1.614 倍（HR=1.614，95%CI=1.123~2.321，P=0.010）。**结论** 对大样本人群进行中位随访时间 6.58 年后，高三酰甘油血症 - 腰围表型是贵州省 T2DM 的发病风险，在男性、农村、年龄 <45 岁、超重 / 肥胖人群中更为显著。因此，对这类人群应该加强健康教育，通过合理饮食、适当运动从而控制体重，降低血清三酰甘油水平是预防 T2DM 发病的必要手段和有效的方法。

【关键词】 糖尿病，2 型；三酰基甘油类；腰围；发病风险；队列研究；前瞻性研究
【中图分类号】 R 587.1 【文献标识码】 A DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2024.0189

Hypertriglyceridemic-Waist Phenotype and the Risk of Type 2 Diabetes Mellitus：a Prospective Cohort Study

*ZHU Ling，ZHAO Fouxi，WANG Jiangtao，DU Yu，WU Yanli，ZHANG Ji，LIU Tao**
Department of Chronic Disease Prevention and Control，Institute of Chronic Disease Prevention and Control，Guizhou Center for Disease Control and Prevention，Guiyang 550001，China
Correspond author：LIU Tao，Chief physician；E-mail：Liutaombs@163.com

【Abstract】 **Background** Hypertriglyceridemic-waist phenotype is a risk factor for type 2 diabetes mellitus（T2DM）. The risk of T2DM may vary in different genders，regions，age groups，and overweight /obese people. **Objective** To explore the risk of T2DM by hypertriglyceridemic-waist phenotype in different genders，regions，ages，and overweight /obese people，

基金项目：贵州省科技计划项目（黔科合支撑［2018］2819；黔科合支撑［2021］一般 447）
引用本文：朱玲，赵否曦，汪姜涛，等. 高三酰甘油血症 - 腰围表型与 2 型糖尿病发病风险的前瞻性队列研究[J]. 中国全科医学，2024.[Epub ahead of print]. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2024.0189. ［www.chinagp.net］
ZHU L，ZHAO F X，WANG J T，et al. Hypertriglyceridemic-waist phenotype and the risk of type 2 diabetes mellitus：a prospective cohort study［J］. Chinese General Practice，2024.［Epub ahead of print］.

and to provide a scientific basis for the prevention and control of T2DM. **Methods** This was a prospective cohort study involving 9 280 permanent residents over 18 years in 12 districts (counties) of Guizhou province in 2010 selected by multi-stage stratified cluster random sampling. From 2016 to 2020, 8 163 residents were followed up, and finally 6 743 eligible participants were enrolled after excluding those with baseline T2DM, lacking sufficient clinical data, lost to follow-up and deaths. Participants were assigned into 4 groups based on their baseline waist circumference (WC) and serum triacylglycerol (TG) levels: Normal WC and TG group (NWNT, WC<90 cm in men and WC<85 cm in women, TG<1.7 mmol/L), normal WC and high TG group (NWHT, WC<90 cm in men and WC<85 cm in women, TG ≥ 1.7 mmol/L), large WC and normal TG group (EWNT, WC ≥ 90 cm in men or WC ≥ 85 cm in women, TG<1.7 mmol/L) and large WC and high TG group (EWHT, WC ≥ 90 cm in men or WC ≥ 85 cm in women, TG ≥ 1.7 mmol/L). A Cox proportional hazards regression model was used to analyze the correlation between hypertriglyceridemic-waist phenotype grouping and new-onset T2DM. **Results** The median follow-up period was 6.58 years. Among 6 743 participants, new-onset T2DM was observed in 706 (10.47%) individuals. After adjusting confounding factors, the Cox proportional hazards regression analysis showed that the risk of T2DM was 1.486 times in the EWHT group than the NWNT group (HR=1.486, 95%CI=1.185-1.865, P=0.001). Multivariate Cox proportional hazards regression analysis showed that in the subgroups of male gender, rural region, aged<45 years, and overweight /obese, the risk of T2DM in the EWHT group was 1.792 (HR=1.792, 95%CI=1.297-2.476, P<0.001), 1.483 (HR=1.483, 95%CI=1.115-1.971, P=0.007), 1.540 (HR=1.540, 95%CI=1.083-2.190, P=0.016), and 1.614 (HR=1.614, 95%CI=1.123-2.321, P=0.010) times higher than the NWNT group, respectively. **Conclusion** After a median follow-up time of 6.58 years in a large cohort, the hypertriglyceridemic-waist phenotype is the risk of T2DM in Guizhou Province, which is more significant in males, rural areas, aged<45 years, and overweight /obese people. Therefore, health education should be strengthened for high-risk populations. Weight control through reasonable diet and appropriate exercise, and reducing serum triacylglycerol levels are necessary and effective methods to prevent the incidence of T2DM.

【Key words】 Diabetes mellitus, type 2; Triacylglycerols; Waist circumference; Risk of onset; Cohort studies; Prospective studies

全球已知有 5 亿多成人患有糖尿病，3/4 以上的患者生活在中低收入国家，其中 T2DM 患者占 91%[1]。近年来我国成人糖尿病患病率已达 11.9%，且呈持续上升状态[2]，因此我国已成为拥有糖尿病患者最多的国家[1]。贵州省糖尿病患病率由 2013 年的 5.6% 上升到了 2018 年的 9.4%[3-4]。糖尿病已成了全球的公共卫生问题，早期发现糖尿病的发病风险、及早干预以减少糖尿病的发病至关重要[5]。LEMIEUXL 等[6] 2000 年提出高三酰甘油血症 – 腰围表型作为动脉粥样硬化的危险因素。高三酰甘油血症 – 腰围表型表现为人体蛋白质、脂肪、碳水化合物等物质发生代谢紊乱的病理状态，是能够预测糖尿病发病风险的危险因素[7]。目前，我国相关的横断面报道显示，高甘油三酯血症 – 腰围表型与糖尿病前期和糖尿病密切相关[8]，也是糖尿病前期及 T2DM 患病的危险因素[9]，但缺乏较全面的大样本研究。本研究基于对贵州省全省的自然人群队列，采用 Cox 方法探讨高三酰甘油血症 – 腰围表型对 T2DM 的发病风险，为糖尿病的干预提供参考依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究为前瞻性队列研究。2010 年采取分层整群随机抽样方法，对贵州省 12 个县（市、区）18 岁及以上常住居民共 9 280 人作为队列人群进行基线调查。2016—2020 年，对所有队列人群进行了随访。共计随访到 8 163 人，失访 1 117 人，随访率为 87.96%。

本研究纳入标准：（1）基线非糖尿病患者；（2）检查资料完整（包括身体测量、实验室检查、饮食习惯调查）；（3）成功随访的人群。排除标准：（1）基线糖尿病患者；（2）问卷调查相关指标信息不全者；（3）失访、随访时死亡者。最终纳入 6 743 人进行分析。本项目获得贵州省疾病预防控制中心伦理委员会批准（编号：S2017~02），调查对象均签署了知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 基线调查。（1）个人问卷调查：年龄、性别、民族、城乡、职业及教育水平等一般情况，吸烟、饮酒、饮食习惯。（2）身体测量：身高、体质量、腰围及血压，计算 BMI。烹调油和食盐的摄入量根据 1 个月内每个家庭的食用情况、家庭用餐人数换算成每个调查对象每天烹调油和食盐的摄入量。（3）生化指标检测：调查对象至少空腹 8 h，抽取肘静脉血后检测空腹血糖（FBG）、血清三酰甘油（TG）、总胆固醇（TC）、高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）、低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C），并进行口服葡萄糖耐量试验 2 h 血糖（OGTT 2 h）。

1.2.2 随访及结局事件。于 2016—2020 年进行随访，中位随访时间 6.58 年，由 12 个县（市、区）监测点疾

控中心对调查对象随访信息、死亡信息等进行筛查，结局为新发 T2DM。

1.2.3 相关变量的定义及分组。（1）糖尿病：基线调查时非糖尿病患者，在随访时发现空腹血糖水平≥ 7.0 mmol/L，或 OGTT2 h ≥ 11.1 mmol/L 的人群[10]。（2）高血压：存在以下任一情况定义为高血压：（1）血压≥ 140/90 mmHg（1 mmHg=0.133 kPa）；（2）血压 <140/90 mmHg，但已经明确诊断为高血压或正在服用降压药[11]。（3）吸烟：在调查时，每天吸烟或不是每天吸烟的成年人。（4）饮酒：在调查时，过去 12 个月内喝过酒的成年人。（5）血脂异常：TC ≥ 6.2 mmol/L（240 mg/dL）或 TG ≥ 2.3 mmol/L（200 mg/dL）或 LDL-C ≥ 4.1 mmol/L（160 mg/dL）或 HDL-C<1.0 mmol/L（40 mg/dL）[12]。（6）BMI：24.0 kg/m^2 ≤ BMI<28.0 kg/m^2 为超重，BMI ≥ 28.0 kg/m^2 为肥胖，成人中心型肥胖：男性腰围≥ 90 cm，女性腰围≥ 85 cm[13]。（7）三酰甘油血症 - 腰围表型分组，正常腰围和正常血清三酰甘油（NWNT）组：男性腰围 <90 cm 或女性腰围 <85 cm、血清三酰甘油 <1.7 mmol/L；正常腰围和高血清三酰甘油（NWHT）组：男性腰围 <90 cm 或女性腰围 <85 cm、血清三酰甘油≥ 1.7 mmol/L；腰围增大和正常血清三酰甘油（EWNT）组：男性腰围≥ 90 cm 或女性腰围≥ 85 cm、血清三酰甘油 <1.7 mmol/L；腰围增大和高血清三酰甘油（EWHT）组：男性腰围≥ 90 cm 或女性腰围≥ 85 cm、血清三酰甘油≥ 1.7 mmol/L。

1.4 统计学方法

基线调查数据使用 EpiData 3.1 软件，采取双人录入方式。2016—2020 年随访调查数据使用平板录入。采用 SPSS 23.0 软件进行数据统计分析。计数资料以相对数表示，采用 χ^2 检验。不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示，组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验。高三酰甘油血症 - 腰围表型分组与 T2DM 之间的关系采用多因素 Cox 比例风险回归分析，计算风险比（*HR*）和 95%*CI*。检验水准 α=0.05。采用 R 4.0.3 软件绘制敏感性分析森林图。

2 结果

2.1 不同基线特征人群新发 T2DM 发生率比较

本研究共纳入 6 743 名调查对象，中位随访时间为 6.58 年，新发 T2DM 706 人，发病率为 10.47%。不同年龄、民族、城乡、教育水平、油摄入 >25 g、食盐摄入 >5 g 人群中新发 T2DM 发病率比较，差异均有统计学意义（*P*<0.05）。见表 1。

新发 T2DM 人群的腰围、TG、BMI 分别为 77.80（71.25，85.20）cm、1.47（1.00，2.21）mmol/L、23.00（20.67，25.94）kg/m^2 均高于非新发 T2DM 人群的 75.00（69.70，81.00）cm、1.19（1.00，2.00）mmol/L、22.22（20.43，24.46）kg/m^2，差异均有统计学意义（$Z_{腰围}$=52.073，$P_{腰围}$<0.05；Z_{TG}=25.486，P_{TG}<0.05；Z_{BMI}=33.016，P_{BMI}<0.05）。

表 1 基线不同特征人群新发 T2DM 发病率比较［例（%）］

Table 1 Incidence of new T2DM among populations with different baseline characteristics

变量	例数	新发 T2DM	χ^2 值	*P* 值
性别［例（%）］			0.484	0.486
男	3 183	342（10.74）		
女	3 560	364（10.22）		
年龄（岁）			40.585	<0.001
<45	3 796	318（8.38）		
≥ 45	2 947	388（13.17）		
民族			12.971	<0.001
少数	2 736	242（8.85）		
汉族	4 007	464（11.58）		
城乡			8.157	0.004
城市	2 460	223（9.07）		
农村	4 283	483（11.28）		
教育水平			26.377	<0.001
文盲、半文盲	2 390	297（12.43）		
小学	1 385	155（11.19）		
初中	2 037	176（8.64）		
高中 / 中专	607	60（9.88）		
大专及以上	324	18（5.56）		
吸烟			3.355	0.067
否	4 849	487（10.04）		
是	1 894	219（11.56）		
饮酒			1.828	0.176
否	4 630	469（10.13）		
是	2 113	237（11.22）		
油摄入 >25 g			9.509	0.002
否	1 980	172（8.69）		
是	4 763	534（11.21）		
食盐摄入 >5 g			11.456	<0.001
否	1 199	93（7.76）		
是	5 544	613（11.06）		

2.2 不同三酰甘油血症 - 腰围表型与 T2DM 发病的多因素 Cox 比例风险回归分析

在总人群中，未调整混杂因素（模型 1），EWNT 组和 EWHT 组 T2DM 发病风险是 NWNT 组的 1.601、1.965 倍（*P*<0.05）；调整性别、年龄（模型 2），EWNT 组和 EWHT 组 T2DM 发病风险是 NWNT 组的 1.563、1.806 倍（*P*<0.05）；调整性别、年龄、民族、教育水平、吸烟、饮酒等相关混杂因素（模型 3），与 NWNT 组相比，EWHT 组 T2DM 发病风险是 NWNT 组的 1.486 倍

表 2 不同甘油三脂血症 – 腰围表型与 T2DM 发病的多因素 Cox 比例风险回归分析

Table 2 Multivariate Cox proportional risk regression analysis of the correlation of different triglyceridemia–waist circumference phenotypes with new onset of T2DM

表型	发病人数	发病密度（/1 000 人年）	模型 1		模型 2		模型 3	
			HR（95%*CI*）	*P* 值	*HR*（95%*CI*）	*P* 值	*HR*（95%*CI*）	*P* 值
NWNT	299	11.72	1		1		1	
NWHT	155	14.37	1.068（0.879~1.298）	0.506	1.009（0.830~1.227）	0.929	0.999（0.820~1.216）	0.998
EWNT	92	17.74	1.601（1.268~2.023）	<0.001	1.563（1.236~1.977）	<0.001	1.318（1.024~1.697）	0.032
EWHT	160	23.65	1.965（1.621~2.382）	<0.001	1.806（1.488~2.193）	<0.001	1.486（1.185~1.865）	0.001

注：模型 1 未调整混杂因素；模型 2 调整了性别、年龄；模型 3 调整了性别、年龄、民族、教育水平、饮酒、吸烟、油摄入 >25 g、食盐摄入 >5 g、空腹血糖、体重指数。在性别、年龄和城乡分层时，该变量本身不纳入模型调整。

（*P*<0.05），见表 2。

2.3 亚组多因素 Cox 比例风险回归分析

亚组多因素 Cox 比例风险回归分析显示，在男性、农村、年龄 <45 岁、超重 / 肥胖人群中，模型 1 显示 EWHT 组 T2DM 发病风险分别是 NWNT 组的 2.004、1.819、2.120、1.854 倍（*P*<0.05）；模型 2 显示 EWHT 组 T2DM 发病风险分别是 NWNT 组的 2.029、1.730、2.092、1.765 倍（*P*<0.05）；模型 3 显示 EWHT 组的 T2DM 发病风险分别是 NWNT 组的 1.792、1.483、1.540、1.401、1.614 倍（*P*<0.05），见表 3。

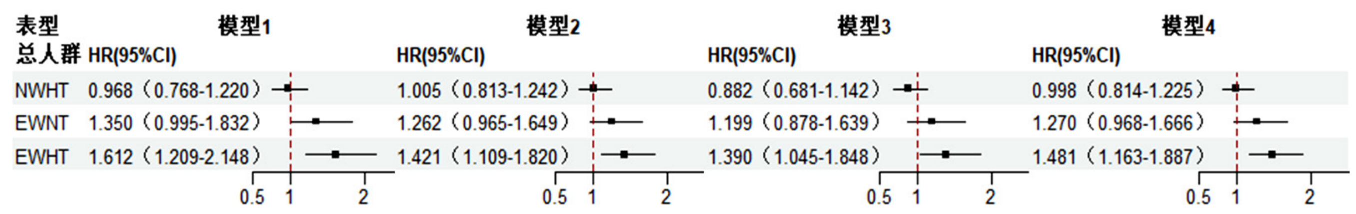
2.4 敏感性分析

剔除基线中高血压、高胆固醇血症、低高密度脂蛋白胆固醇血症、高低密度脂蛋白胆固醇血症者，进行了敏感性分析，结果稳健，见图 1。

3 讨论

本研究经多因素 Cox 比例风险回归分析结果显示，调整性别、年龄、民族、教育水平、饮酒、吸烟、油摄入 >25 g、食盐摄入 >5 g、空腹血糖、BMI 相关混杂因素（模型 3）后，在总人群中，EWHT 组 T2DM 发病风险是 NWNT 组的 1.486 倍（*HR*=1.486，95%*CI*=1.185~1.865，*P*=0.001），这与全国[14]中老年队列研究，腰围增大和高三酰甘油血症组的 T2DM 的风险显著更高（*HR*=1.61，95%*CI*=1.26~2.06）相符。男性（模型 3）EWHT 组 T2DM 发病风险是 NWNT 组的 1.792 倍（*HR*=1.792，95%*CI*=1.297~2.476，*P*<0.001）更好地说明高三酰甘油血症 – 腰围表型发生 T2DM 的风险与性别相关。与 IKE[15]报道的肥胖表型与 2 型糖尿病的相关性存在性别差异一致。高三酰甘油血症 – 腰围表型是男性 T2DM 患者与内脏脂肪面积增多的危险因素，腹型肥胖者腹腔内脂肪积聚除了糖尿病和代谢综合征的体脂分布特征外，也是发生多种代谢异常的始动因素之一[16–17]。因此在男性中，除了关注血清三酰甘油异常情况外，还需关注腹型肥胖情况。

本研究发现，年龄 <45 岁的人群中，EWHT 组 T2DM 发病风险是 NWNT 组的 1.540 倍（*HR*=1.540，95%*CI*=1.083~2.190，*P*=0.016）；年龄 ≥ 45 岁的人群中，EWHT 组 T2DM 发病风险是 NWNT 组的 1.401 倍（*HR*=1.401，95%*CI*=1.034~1.900，*P*=0.030）。有可能是因为 45 岁以下的人群更易受电子产品的影响，导致昼夜不规律，从而影响睡眠，睡眠时间较短和睡眠时间较长均可增加 T2DM 发病风险[18–19]。高油、高盐等摄入会增加血脂异常的发病风险[20]。不同的健康生活方式，会影响糖代谢调节，从而进一步影响糖尿病的发生[21]。因此，油摄入 >25 g 与食盐摄入 >5 g 人群中 T2DM 发病率之间均有差异。本研究还发现，超重肥胖人群（模型 3）EWNT 组是 NWNT 组 T2DM 发病风险的 1.614 倍。由于肥胖因子、脂代谢紊乱等途径会影响血管内皮的功能导致血管内斑块形成和动脉硬化，随着动脉硬化程度的升高，导致外周微循环障碍，进而影响胰岛素介导的肌肉灌注和糖代谢，最终导致糖尿病的发生发展[22–24]。CHEN[25]报道，肥胖人群糖尿病发生



注：调整性别、年龄、民族基线、教育水平、饮酒、吸烟、油摄入 >25 g、食盐摄入 >5 g、FBG 、BMI 变量。模型 1：剔除基线报告患有高血压者；模型 2：删除基线高胆固醇血症者；模型 3：删除基线低高密度脂蛋白胆固醇血症者；模型 4：删除基线高低密度脂蛋白胆固醇血症者。

图 1 敏感性分析

Figure 1 Sensitivity analysis

表 3 亚组多因素 Cox 比例风险回归分析

Table 3 Multivariate Cox proportional hazards regression analysis for the subgroups

亚组	发病人数	发病密度（/1 000 人年）	模型 1		模型 2		模型 3	
			HR（95%*CI*）	*P* 值	*HR*（95%*CI*）	*P* 值	*HR*（95%*CI*）	*P* 值
性别								
男性								
NWNT	157	12.60	1	–	1	–	1	–
NWHT	77	14.01	1.012（0.770~1.331）	0.929	1.003（0.763~1.319）	0.980	0.966（0.733~1.273）	0.808
EWNT	32	17.27	1.442（0.986~2.110）	0.059	1.432（0.979~2.095）	0.064	1.350（0.903~2.020）	0.144
EWHT	76	25.63	2.004（1.523~2.636）	<0.001	2.029（1.542~2.670）	<0.001	1.792（1.297~2.476）	<0.001
女性								
NWNT	142	10.88	1	–	1	–	1	–
NWHT	78	14.75	1.139（0.863~1.504）	0.359	1.006（0.759~1.332）	0.968	1.025（0.773~1.361）	0.862
EWNT	60	18.00	1.757（1.299~2.376）	<0.001	1.621（1.198~2.194）	0.002	1.223（0.871~1.716）	0.245
EWHT	84	22.10	1.966（1.501~2.577）	<0.001	1.599（1.213~2.108）	<0.001	1.209（0.867~1.687）	0.262
城乡								
城市								
NWNT	91	10.71	1	–	1	–	1	–
NWHT	31	10.03	0.826（0.548~1.245）	0.360	0.764（0.506~1.154）	0.201	0.697（0.461~1.056）	0.089
EWNT	38	15.37	1.440（0.986~2.103）	0.059	1.380（0.944~2.019）	0.096	1.066（0.696~1.633）	0.769
EWHT	63	24.55	2.166（1.569~2.991）	<0.001	1.794（1.290~2.495）	0.001	1.239（0.821~1.869）	0.308
农村								
NWNT	208	12.22	1	–	1	–	1	–
NWHT	124	16.12	1.159（0.928~1.449）	0.194	1.107（0.885~1.385）	0.373	1.078（0.858~1.353）	0.520
EWNT	54	19.91	1.656（1.227~2.234）	0.001	1.620（1.199~2.190）	0.002	1.397（1.010~1.933）	0.044
EWHT	97	23.10	1.819（1.429~2.316）	<0.001	1.730（1.357~2.205）	<0.001	1.483（1.115~1.971）	0.007
年龄								
<45 岁								
NWNT	149	9.46	1	–	1	–	1	–
NWHT	62	10.77	0.968（0.719~1.303）	0.831	0.957（0.711~1.289）	0.774	0.905（0.670~1.222）	0.516
EWNT	41	14.97	1.646（1.165~2.327）	0.005	1.671（1.181~2.362）	0.004	1.395（0.958~2.033）	0.083
EWHT	66	20.27	2.120（1.586~2.834）	<0.001	2.092（1.565~2.797）	<0.001	1.540（1.083~2.190）	0.016
≥ 45 岁								
NWNT	150	15.37	1	–	1	–	1	–
NWHT	93	18.50	1.054（0.813~1.368）	0.690	1.058（0.815~1.373）	0.671	1.085（0.835~1.410）	0.543
EWNT	51	20.85	1.447（1.053~1.988）	0.023	1.458（1.058~2.010）	0.021	1.224（0.866~1.729）	0.252
EWHT	94	26.79	1.640（1.266~2.125）	<0.001	1.653（1.272~2.147）	<0.001	1.401（1.034~1.900）	0.030
超重 / 肥胖								
否								
NWNT	260	11.62						
NWHT	119	14.06	1.044（0.839~1.299）	0.699	0.971（0.780~1.210）	0.796	0.967（0.774~1.207）	0.765
EWNT	26	16.17	1.484（0.991~2.221）	0.055	1.528（1.019~2.291）	0.040	1.471（0.972~2.224）	0.068
EWHT	23	20.31	1.633（1.066~2.503）	0.024	1.456（0.947~2.238）	0.087	1.480（0.953~2.297）	0.081
是								
NWNT	39	12.78						
NWHT	36	15.80	1.110（0.705~1.747）	0.652	1.089（0.692~1.714）	0.713	1.144（0.726~1.805）	0.562
EWNT	66	18.57	1.514（1.019~2.249）	0.040	1.474（0.990~2.194）	0.056	1.360（0.910~2.032）	0.133
EWHT	137	24.33	1.854（1.299~2.648）	0.001	1.765（1.233~2.525）	0.002	1.614（1.123~2.321）	0.010

注：模型 1 未调整混杂因素；模型 2 调整了性别、年龄；模型 3 调整了性别、年龄、民族、教育水平、饮酒、吸烟、油摄入 >25 g、食盐摄入 >5 g、空腹血糖、体重指数。在性别、年龄和城乡分层时，该变量本身不纳入模型调整。

风险是非肥胖正常人群的2.37倍。我国横断面研究表明，低水平的HDL-C与T2DM增加有关[26]，中老年人群高三酰甘油血症–腰围表型与糖尿病存在统计学关联[27]，队列研究也有发现，高三酰甘油血症–腰围表型是T2DM的主要危险因素[28]，在我省农村地区（模型3）EWHT组T2DM发病风险是NWNT组的1.483倍，与高三酰甘油血症–腰围表型是农村人群发生T2DM的高风险[29]研究一致。本省研究报道[30]，高血压、糖尿病、血脂异常共病发生风险随着BMI值的升高而增加，故本研究通过敏感性分析，将高血压、血脂异常、高胆固醇血症、低高密度脂蛋白胆固醇血症、高低密度脂蛋白胆固醇血症患者与糖尿病有关联的疾病在基线中剔除，使结果更稳健可靠。

本研究存在一定的局限性，首先，由于本次研究纳入的是贵州省的自然人群，不具有一定的外推性。其次，影响糖尿病的混杂因素较多，虽然对相关的协变量进行了调整，但仍存在家族遗传、脉压、睡眠等相关混杂因素的可能。

综上所述，通过前瞻性队列探讨了贵州省全人群与糖尿病的关联，在男性、农村、年龄<45岁、超重/肥胖人群中，EWHT组T2DM的发病风险分别是NWNT组的1.792、1.483、1.540、1.614倍，基于以上研究结果，未来应加强监测，通过识别高三酰甘油血症–腰围表型人群的防控糖尿病的发生具有重要意义。

作者贡献：朱玲负责数据统计、文章构思和撰写；汪姜涛、杜瑀协助整理数据；吴延莉、张骥对数据统计分析进行指导；刘涛对论文质量进行指导。

本文无利益冲突。

参考文献

[1] International Diabetes Federation. IDF diabetes atlas，10th ed[M]. Belgium：International Diabetes Federation，2021.

[2] 国家卫生健康委. 中国居民营养与慢性病状况报告–2020年[M]. 北京：人民卫生出版社，2021.

[3] 贵州省疾病预防控制中心. 贵州省慢性病及其危险因素流行现状研究–2013[M]. 昆明：云南科技出版社，2021.

[4] 贵州省疾病预防控制中心. 贵州省慢性病及其危险因素流行现状研究（2018）[M]. 贵州：贵州科技出版社，2022.87–88.

[5] American Diabetes Association. 4. lifestyle management：Standards of medical care in diabetes–2018[J]. Diabetes Care，2018，41(Suppl 1)：S38–S50. DOI：10.2337/dc18–S004.

[6] LEMIEUX I，PASCOT A，COUILLARD C，et al. Hypertriglyceridemic waist：a marker of the atherogenic metabolic triad（hyperinsulinemia；hyperapolipoprotein B；small，dense LDL）in men?[J]. Circulation，2000，102（2）：179–184. DOI：10.1161/01.cir.102.2.179.

[7] FOUCAN L，MAIMAITIMING S，LARIFLA L，et al. Adiponectin gene variants，adiponectin isoforms and cardiometabolic risk in type 2 diabetic patients[J]. J Diabetes Investig，2014，5（2）：192–198. DOI：10.1111/jdi.12133.

[8] 王晓红，祝爽爽，刘爱群，等. 高三酰甘油血症–腰围表型临床特征及其与糖尿病前期和糖尿病的关系研究[J]. 中国全科医学，2019，22（19）：2340–2344. DOI：10.12114/j.issn.1007–9572.2019.00.375.

[9] 邓偲婕，万沁，程筱玲. 高三酰甘油腰围表型与糖尿病前期及2型糖尿病发病风险的关系[J]. 天津医药，2019，47（8）：824–828. DOI：10.11958/20181747.

[10] 中华医学会糖尿病学分会. 中国2型糖尿病防治指南（2013年版）[J]. 中国糖尿病杂志，2014，22（8）：2–42. DOI：10.3760/cma.j.issn.1674–5809.2018.01.003.

[11] 中国高血压防治指南修订委员会，高血压联盟（中国，中华医学会心血管病学分会中国医师协会高血压专业委员会，等. 中国高血压防治指南（2018年修订版）[J]. 中国心血管杂志，2019，24(1)：24–56. DOI：10.3969/j.issn.1007–5410.2019.01.002.

[12] 中华医学会，中华医学会杂志社，中华医学会全科医学分会，等. 血脂异常基层诊疗指南（2019年）[J]. 中华全科医师杂志，2019，18（5）：406–416. DOI：10.3760/cma.j.issn.1671–7368.2019.05.003.

[13] 中华医学会健康管理学分会，中国营养学会临床营养分会，全国卫生产业企业管理协会医学营养产业分会，等. 超重或肥胖人群体重管理流程的专家共识（2021年）[J]. 中华健康管理学杂志，2021，15（4）：317–322. DOI：10.3760/cma.j.cn115624–20210630–00368.

[14] CHEN G，YI Q，HOU L Y，et al. Transition of hypertriglyceridemic–waist phenotypes and the risk of type 2 diabetes mellitus among middle–aged and older Chinese：a national cohort study[J]. Int J Environ Res Public Health，2021，18(7)：3664. DOI：10.3390/ijerph18073664.

[15] OKOSUN I S，BOLTRI J M. Abdominal obesity，hypertriglyceridemia，hypertriglyceridemic waist phenotype and risk of type 2 diabetes in American adults[J]. Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev，2008，2（4）：273–281. DOI：10.1016/j.dsx.2008.04.003.

[16] 张悦，王迪，曹宏伟，等. 男性2型糖尿病高三酰甘油–腰围表型与内脏脂肪面积相关性研究[J]. 河北医药，2017，39(10)：1524–1526. DOI：10.3969/j.issn.1002–7386.2017.10.024.

[17] 刘晓丽，王锐，尹福在，等. 2型糖尿病患者高三酰甘油血症–腰围表型与糖尿病微血管并发症的相关性[J]. 河北医药，2020，42（10）：1557–1559. DOI：10.3969/j.issn.1002–7386.2020.10.029.

[18] 苏瑞，孙慧琳，王明弘，等. 2型糖尿病住院患者趋势和年龄分布的研究[J]. 糖尿病新世界，2020，23（1）：45–46，49. DOI：10.16658/j.cnki.1672–4062.2020.01.045.

[19] 鲁华鹏，刘培培，何晴，等. 成人睡眠时间与2型糖尿病相关性横断面研究的Meta分析[J]. 重庆医学，2021，50（10）：1746–1752. DOI：10.3969/j.issn.1671–8348.2021.10.029.

[20] 余丽莎，赵否曦，吴延莉，等. 不同膳食模式与血脂异常风险的队列研究[J]. 中国预防医学杂志，2022，23（4）：280–285. DOI：10.16506/j.1009–6639.2022.04.008.

[21] 吴延莉，余杨文，周婕，等. 健康生活方式与糖尿病前期人群糖尿病发病关系的前瞻性研究[J]. 现代预防医学，2022，49

（8）：1350–1355.

[22] REHO J J，RAHMOUNI K. Oxidative and inflammatory signals in obesity–associated vascular abnormalities［J］. Clin Sci，2017，131（14）：1689–1700. DOI：10.1042/CS20170219.

[23] STAPLETON P A，JAMES M E，GOODWILL A G，et al. Obesity and vascular dysfunction［J］. Pathophysiology，2008，15（2）：79–89. DOI：10.1016/j.pathophys.2008.04.007.

[24] 方伟，李尉键，蔡泽锋，等. 超重 / 肥胖人群的脉压与新发糖尿病的关联研究［J］. 中华内分泌代谢杂志，2021，37（8）：702–708. DOI：10.3760/cma.j.cn311282–20201126–00785.

[25] CHEN Y，WANG Y Y，XU K L，et al. Adiposity and long–term adiposity change are associated with incident diabetes：a prospective cohort study in southwest China［J］. Int J Environ Res Public Health，2021，18（21）：11481. DOI：10.3390/ijerph182111481.

[26] 赵伟，陈向东，张婧莹，等. 低水平高密度脂蛋白胆固醇是糖尿病发生的独立危险因素（一项基于 Dryad 数据库的回顾性队列研究）［J］. 中日友好医院学报，2019，33（3）：179–182. DOI：10.3969/j.issn.1001–0025.2019.03.013.

[27] 丁有红，崔岚，苏健，等. 中老年人群高三酰甘油腰围表型与空腹血糖受损、糖尿病的关系研究[J]. 预防医学，2021，33(2)：125–129. DOI：10.19485/j.cnki.issn2096–5087.2021.02.005.

[28] REN Y C，LIU Y，SUN X Z，et al. Hypertriglyceridemia–waist and risk of developing type 2 diabetes：the Rural Chinese Cohort Study［J］. Sci Rep，2017，7：9072. DOI：10.1038/s41598–017–09136–x.

[29] XU M R，HUANG M T，QIANG D R，et al. Hypertriglyceridemic waist phenotype and lipid accumulation product：two comprehensive obese indicators of waist circumference and triglyceride to predict type 2 diabetes mellitus in Chinese population［J］. J Diabetes Res，2020，2020：9157430. DOI：10.1155/2020/9157430.

[30] 周婕，吴延莉，王艺颖，等. BMI 水平及动态变化与高血压、糖尿病、血脂异常共病发生风险的前瞻性队列研究［J］. 中华疾病控制杂志，2023，27(12)：1421–1429. DOI：10.16462/j.cnki.zhjbkz.2023.12.010.

（收稿日期：2024–04–10；修回日期：2024–07–25）
（本文编辑：赵跃翠）